بهینه‌سازی جهت‌گیری بناهای ساختمانی در شهر سقز بر اساس شرایط اقلیمی

حسن لشکری (دانشیار جغرافیا و اقلیم شناسی دانشگاه شهید بهشتی تهران)
H-Lashkar:@sbu.ac.ir
هیوا سلکی (کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه شهید بهشتی تهران، نویسنده‌ی مسؤول)
gagel61@yahoo.com
فاطمه طاهائی (کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه پیام نور سقز)

چکیده

شهر سقز به دلیل واقع شدن در یک موقعیت خاص جغرافیایی، شرایط توپوگرافی و سامانه‌های جوی مؤثر بر منطقه، شرایط زیست‌اقلیمی ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. به گونه‌ای که سرمای شدید مشکلات زیادی را برای ساکنان این شهر ایجاد می‌کند، لذا لزوم بررسی شرایط اقلیمی در ارتباط با طراحی جهت استقرار ساختمان تلاشی است برای کاستن مشکلات مربوط که در این ارتباط با استفاده از داده‌های هواشناسی سینوپتیک وضعیت زیست‌اقلیمی شهر سقز مورد بررسی قرار گرفت و نتایج زیر حاصل شد: براساس شاخص نیاز حرارتی ساختمانی مشخص گردید ۴۳/۷ درصد از مواقع سال کاملاً نیاز به گرمایش مکانیکی داریم و تنها ۲۰/۸ درصد از سال، امکان بهره‌گیری از تابش آفتاب ممکن است. حدود ۱۰/٤ از مواقع نیز آسایش در فضاهای بسته داریم و تنها ۱۱/۱ درصد از مواقع سال آسایش کامل را دارد. به منظور بهره‌گیری بهینه از شرایط اقلیمی در ساختمان با استفاده از فرمول قانون کسینوس کل ساعات آفتابی در دوره گرم و سرد سال محاسبه شد، و مشخص گردید، در سقز برای استقرار بهینه‌ی ساختمان جهت جنوب‌شرقی با کشیدگی در راستای شرقی – غربی می‌باشد. به همین منظور این پرسش مطرح می‌شود؛ آیا جهات ساختمانی شهر سقز با شرایط اقلیمی منطقه همساز است؟

کلیدواژه‌ها: اقلیم و معماری، سقز، جهت‌گیری ساختمان، نیاز حرارتی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۶/۲۰ تاریخ تصویب:۱۳۹۱/۷/۱۵

درآمد

ثبات و یا تغییرپذیری مؤلفه‌های اقلیمی در یک بستر جغرافیایی تأثیرات متفاوتی را در مکانیسم‌ها و عملکردهای موجودات زنده در بر دارد. در این میان انسان به عنوان موجودی خونگرم بیشترین واکنش را نسبت به تغییرات اقلیمی به ویژه تغییرات دمایی نشان می‌دهد، چرا که کاهش یا افزایش یک یا دو درجه سانتی‌گراد دما ممکن است منجر به مختل‌شدن فعالیت‌های انسانی شود. در این راه بهره‌گیری از انرژی‌های بالقوه‌ی محیطی، منطقی‌ترین شیوه‌ی دست‌یابی به آسایش دمایی است.

با توجه به این‌که فعالیت‌های روزمره‌ی انسانی، معمولاً در دو نوع فضای باز و محصور صورت می‌گیرد، تأثیر شرایط اقلیمی نیز بر فیزیولوژی انسانی در این دو محیط متفاوت است. به گونه‌ای که در فضای آزاد عناصر مختلف اقلیمی، از قبیل دمای هوا، رطوبت، جریان هوا، تابش آفتاب و بارندگی به طور مستقیم بر انسان تأثیر می‌گذارند و تنها عامل جدا کننده بدن انسان از شرایط محیطی، نوع لباس و میزان فعالیت وی می‌باشد، همچنین شرایط اقلیمی محیط‌های باز تأثیر زیادی در شرایط اقلیمی محیط داخل ساختمان دارد. بنابراین، بدیهی است که در ایجاد محیطی سالم و مناسب برای فعالیت انسان، تأمین نیازهای حرارتی انسان در هر دو نوع فضای یاد شده ضروری است.

سابقه‌ی فعالیت‌های علمی در این زمینه متعدد است از جمله کارهای انجام شده در این زمینه در سطح جهانی کار گریفتس (۱۹۷٤) نقش محیط بیرونی (فضای سبز) را در کنترل دمای فضای داخل ساختمان توضیح داده و روش‌های برودت تبخیری را پیشنهاد کرده است.

هاوارد. گریشفیلد (۱۹۷۹) به انتخاب محل ساختمان اشاره می‌کند و استفاده‌ی بهینه از بیشینه‌ی شرایط خرد اقلیم محلی را در آسایش مفید می‌داند. وی عوامل تابش، باد و جهت استقرار ساختمان را در کنترل حرارت فضای داخلی توضیح داده و راه‌حل‌هایی جهت استفاده از تابش خورشیدی برای گرم کردن ساختمان ارائه نموده است، (بیرقدار،۱۳۷۷). پس از این تحقیقات در سال ۱۹۷۵ «ویکتور و آلدار اولگی» به صورت علمی شرایط رطوبتی و حرارتی را در ارتباط با نیازهای انسان و طراحی اقلیمی مطرح نمودند و اقدام به ترسیم جدول بیوکلیماتیک نمودند. در دنباله کار الگی، «باروچ گیونی» (۱۹۷٦) کار وی را تکمیل کرد و در آن حدود مؤثر بودن شیوه‌های ساختمان‌سازی در تأمین نیازهای رفاهی (بیوکلیماتیک) انسان را مشخص نمود و جدولی با عنوان جدول زیست –اقلیمی ساختمان فراهم نمود، (فیض و قبادیان، ۱۳۸۰)

«کارل ماهانی» نیز (۱۹۷۱) برای ارزشیابی جزئی‌تر شرایط بیوکلیمای ساختمانی محیط یک سری جداول تهیه کرد. «کارمونا» (۱۹۸٦)، احداث ساختمان در مناطق گرم و خشک را مورد بررسی قرار داد. و پیشنهادهای زیر را ارائه نموده است.

ساختمان‌های دو طبقه، بافت فشرده با حدّ کمینه‌ی دریافت آفتاب، در صورت احداث برج‌های مرتفع، ساختمان‌ها باید در کنار هم و به صورت انبوه ساخته شوند.

- هدف اصلی کاهش حرارت ساختمان در تابستان باشد و کسب حرارت در زمستان در اولویت دوم قرار می‌گیرد. از برودت تبخیری در اطراف ساختمان استفاده شود. سقف‌ها بلند و آشپزخانه و حمام که حرارت‌زا هستند از اتاق‌های مسکونی جدا باشد.

- از دیوارهای ضخیم با مصالح سنگین برای ذخیره‌ی انرژی و ایجاد تعادل بین دمای بیرون و دمای فضای داخلی، دهلیز ورودی به ساختمان به صورت سرپو.شیده و یا دهلیز ورودی در محوطه‌ی درخت کاری شده استفاده شود. «نئول» (۱۹۸۹)، تنش گرمایی را در سنگاپور مورد بررسی قرار داده و با توجه به باد غالب شهر پیشنهادهایی در مورد ارتفاع ساختمان‌ها ارائه کرده است. وی معتقد است احداث ساختمان‌های بلند با توجه به افزایش سرعت باد با ارتفاع، در کاهش تنش گرمایی برای ساکنان آن مفید به نظر می‌رسد. در زمینه‌ی صرفه‌جویی مصرف انرژی در ساختمان«ماکی» (۱۹۹۰)، در گزارش سازمان جهانی هواشناسی روش‌های ریاضی مناسب برای به کمینه کردن میزان سوخت‌های فسیلی با استفاده از طراحی اقلیمی ساختمان، ارائه شده است. همچنین سازمان جهانی هواشناسی در گزارش دیگری که توسط «دگری وفا ترسون» (۱۹۹۷) تنظیم شده، ارتباط بین شرایط جوّی و مصرف گاز را در ساختمان‌ها مورد بررسی قرار داده و کاهش مصرف سوخت گاز را در ساختمان‌ها مورد بررسی قرار داده و کاهش مصرف سوخت گاز را با کاربرد بهینه‌ی پتانسیل‌های اقلیمی توضیح داده است (بیرقدار، ۱۳۷۷).

در کشور ما نیز با توجه به کاهش ذخایر پایان‌پذیر نفت، آلودگی شهرها و آسیب‌های جبران ناپذیر سوخت‌های فسیلی به محیط زیست، توجه به اقلیم و طراحی اقلیمی از نیمه‌ی دوم دهه‌ی ۱۳۵۰ ه–ش مجدداً مورد توجه واقع گردید. از اولین کارها انجام شده در این زمینه، می‌توان به کار تحقیقاتی «مهندس عدل» (۱۳٤۹) اشاره نمود. وی با ایجاد تغییراتی در آستانه‌های حرارتی موجود در روش کوپن، شرایط اقلیمی شهرهای ایران را ارزشیابی نمود و برای اولین بار نقشه‌ی بیوکلیماتیک ایران را ارائه داد. «جمشید

ریاضی» (۱۳۵٦) با استفاده از اطلاعات اقلیمی چهل و سه ایستگاه سینوپتیک کشور نقشه‌ی تقسیمات اقلیمی را در ارتباط با کارهای ساختمانی بر اساس شاخص الگی تهیه نمود. متأسفانه چون نقش عناصر ساختمانی در کنترل شرایط حرارتی فضاهای داخلی در پیشنهاد الگی مشخص نیست، کار جمشید ریاضی نتوانسته است مورد توجه کامل قرار گیرد. «مرتضی کسمایی» (۱۳٦۸) با استفاده از جداول بیوکلیمای ساختمانی و با استفاده از آمار چهل و سه دستگاه سینوپتیک، اقلیم‌های مختلف ایران را به منظور استفاده در مسکن و معماری تهیه نموده است.ولی همچنین در سال ۱۳۷۳ با استفاده از اطلاعات اقلیمی ۵۹۱ ایستگاه هواشناسی اولین پهنه بندی اقلیمی ایران را در ارتباط با محیط‌های مسکونی با استفاده از روش ماهانی ارائه شده است که براساس آن کشور به بیست و سه گروه اقلیمی تقسیم شده است. «محمود رازجویان» (۱۳۷٦) هم در کتب آسایش به‌وسیله معماری همساز با اقلیم، دستورالعمل‌های مناسبی برای استفاده بهینه از پتانسیل‌های اقلیمی ارائه نموده است. «محمد رضا کاویانی» (۱۳۷۲) با استفاده از داده‌های هواشناسی چهل و هشت ایستگاه سینوپتیکی به بررسی و تهیه نقشه زیست اقلیم انسانی ایران، بر اساس شاخص ترجونگ پرداخته و بیوکلیمای ایران را در ماه ژانویه به دوازده تیپ بیوکلیمایی و در ماه ژوئیه به نوزده نوع بیوکلیما تقسیم نموده است. «حسین عساکره و سعید موحدی»، (۱۳۷٦) بر اساس آمار بیست ساله ایستگاههای هواشناسی شهرهای مختلف خوزستان دمای موثر برای طراحی اقلیمی در مناطق شمالی و جنوبی خوزستان محاسبه کرده‌اند. در ارتباط با بهره‌گیری از خاصیت گرمایی مصالح در ارتباط با شرایط آسایش «سعید موحدی، محمد مصیبی»، (۱۳۷۵) طول روزهای موجود در محدوده‌ی آسایش، خارج از محدوده آسایش استان چهار محال و بختیاری را محاسبه و چگونگی افزایش محدوده آسایش با استفاده از مصالح مناسب را توضیح داده است. «محمد تقی رضائی حریری و مهندس ریما فیاض» (۱۳۷۹) با استفاده از داده‌های اقلیمی محدوده‌ی آسایش حرارتی را برای شهر تهران با هدف تأمین شرایط مناسب داخلی، ضمن کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی در اوقات سرد و نیروی برق در اوقات گرم سال مورد بررسی و ارزشیابی قرار داده‌اند، می‌توان اشاره کرد.

آب و هوای شهر سقز کوهستانی و سرد و جزو آب و هوای مدیترانه‌ای محسوب می‌شود. در تقسیمات اقلیمی براساس روش آمبرژه؛ جزو اقلیم نیمه خشک سرد می‌باشد و گاتمن این منطقه را جزو اقلیم سرد استپی می‌داند.

جمع دمای ٤٥ سالهی سقز (۱۹٦۱ تا ۲۰۰۵) هشتاد درجهی سانتیگراد بوده که از این مقدار میانگین دمای ٤٥ سال حدود (۱۰/۲۵) درجهی سانتیگراد میباشد. میانگین دمای بیشینه ٤٥ سال ۱۸/۳۷۵ درجه و میانگین دمای کمینه (۲/۰۲۵-) درجه است.

در این نوشتار با توجه به مشکل سرما و ماندگاری برف و یخ در فضاهای باز شهر سقز، ابتدا شرایط زیستاقلیمی مورد بررسی قرار گرفت، سپس روشهای مناسب طراحی معابر و حیاط برای سقز ارائه شد.

روش مطالعه

برای مطالعهی شرایط زیستاقلیمی بهینه جهت ساختمان شهر سقز، آمار مربوط به فاکتورهای اقلیمی متوسط کمینه و بیشینهی دما، متوسط کمینه و بیشینهی رطوبت نسبی، یخبندان، بارش، تابش و سمت و سرعت باد از ایستگاه سینوپتیک سقز در دورهی آماری چهل و پنج ساله (۲۰۰۵- ۱۹٦۱) جمعآوری شد. سپس با استفاده از شاخصهای پنواردن و دمای مأثر شرایط زیستاقلیمی انسانی شهر سقز مورد ارزشیابی قرار گرفته و تیپهای بیوکلیماتیک حاکم در دورههای سرد و گرم سال مشخص گردید. در نهایت با استفاده از نرمافزارهای رایانهای SURFER , AutoCAD اشکال و نمودارها ترسیم گردید.

مواد وروشها

شاخص گیوانی

گیونی در دههی شصت روشی را به دست آورد که کلیهی اطلاعات مورد نیاز در طراحی و تعیین سیستمهای مکانیک ساختمان نمای غیر تخصصی را به دست آورد.

در این روش خصوصیاتی که یک ساختمان نیاز دارد تا هوای داخلی آن تحت تأثیر شرایط اقلیمی در منطقهی آسایش قرار گیرد، در ارتباط با شرایط و تغییرات هوای پیرامون ساختمان مشخص شده است.

در این نمودار از جدول سایکرومتریک که ارتباط آسایش انسان و شرایط گرمایی محیط اطرافش را با دقت بیشتری مشخص مینماید، استفاده کرده است. گیونی به منظور استفاده عملی با ترسیم منحنیهایی روی جدول سایکرومتریک میزان سودمندی و حدود استفاده از تهویهی طبیعی، خصوصیت مصالح ساختمانی، افزودن رطوبت به هوای داخلی، همچنین ضرورت استفاده از دستگاههای مکانیکی را در ارتباط با شرایط

گرمایی گوناگون هوای پیرامون ساختمان مشخص نموده و جدول به دست آمده را «جدول بیوکلیماتیک ساختمانی» نام نهاده است. نمودار۱ در این نمودار منطقه‌های متفاوتی مشخص شده که ویژگی‌ها و سمبل آنها در جدول شماره ۱ مشخص شده، به منظور استفاده از «جدول بیوکلیماتیک» نیاز به معدل متوسط کمینه‌ی دما و بیشینه‌ی رطوبت نسبی برای وضعیت شب و معدل متوسط بیشینه‌ی دما و کمینه‌ی رطوبت نسبی برای وضعیت روز می‌باشد. بدین ترتیب با انتقال حدود تغییرات دما و رطوبت هوای هر منطقه روی «جدول بیوکلیماتیک ساختمانی» می‌توان ویژگی‌های اقلیمی آن منطقه و مفیدترین روش کنترل هوای داخلی ساختمان در آن منطقه را تعیین نمود.

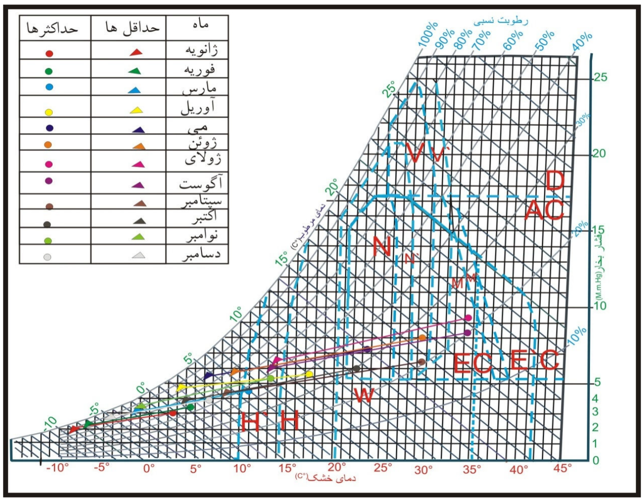
جدول شماره ۱ راهنمای سمبل‌های نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی گیونی

مفهوم	سمبل
محدوده منطقه آسایش	N
محدوده شرایط قابل تحمل	N'
حد شرایطی که استفاده از مصالح ساختمانی متناسب با اقلیم در ایجاد منطقه آسایش در داخل ساختمان مؤثر است	M
حد شرایط قابل تحمل درصورت استفاده از مصالح متناسب با اقلیم	M'
حد استفاده از کوران در ساختمان‌های معمولی	V
حد استفاده از کوران در ساختمان‌های معمولی	V'
حد استفاده از کوران در ساختمان‌هایی که برای طراحی از تهویه مطبوع طراحی شده‌اند	H
حد تأثیر مصالح در گرم نمودن ساختمان	H'
حد استفاده از مصالح متناسب با اقلیم در گرم نمودن ساختمان	EC
حد استفاده از کولر آبی در ساختمان‌هایی با عایق‌کاری مناسب	EC'
حدود شرایطی که تنها از تهویه مطبوع مؤثر است	AC
محدودهٔ که علاوه بر استفاده از تهویه مطبوع به دستگاه رطوبت‌گیر نیز احتیاج است	D
محدودهٔ که در آن به دستگاه رطوبت‌زن احتیاج است	W
محدوهٔ استفاده از وسایل گرمازا	S

برای تعیین خصوصیات کالبدی ساختمان، از جدول بیوکلیماتیک استفاده شد. نمودار جدول بیوکلیماتیک ساختمانی سقز را نشان می‌دهد. در این شکل حدود تغییرات شرایط حرارتی هر یک از ماه‌های سال به صورت خطی که ابتدای آن دایره‌ای با مختصات متوسط بیشینه‌ی دما + کمینه‌ی رطوبت نسبی هوا و انتهای آن مثلثی با مختصات متوسط کمینه‌ی + بیشینه‌ی رطوبت نسبی هوا می‌باشد، مشخص شده است.

همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود در روزهای دو ماه از سال (ژولای و آگوست) در محدوده M قرار گرفتند. این محدوده بیانگر شرایطی است که استفاده از مصالح ساختمانی مناسب با اقلیم منطقه، در داخل ساختمان آسایش ایجاد می‌شود. در ماه‌های ژوئن و سپتامبر در روز در منطقه V قرار گرفتند، که این محدوده بیانگر شرایطی است، که در آن آسایش نامطلوب می‌باشد و استفاده از جریان هوا در محیط‌های مسکونی می‌تواند شرایط ایجاد شده را تا حد امکان به شرایط مطلوب آسایش تعدیل دهد. در روزهای ماه‌های می و اکتبر منطقه در محدوده‌ی N قرار گرفتند، که این محدوده بیانگر شرایطی است که در آن، افراد در حال استراحت یا در حال فعالیت نشسته احساس آسایش می‌نمایند. در ماه‌های مارس، آوریل، ژولای، نوامبر و دسامبر، باتوجه به این که در این ماه‌ها در محدوده H و منطقه گسترش آن H' واقع شده‌اند، به دلیل استفاده از حرارت داخلی جهت رسیدن به آسایش به سیستم‌های گرمایش مکانیکی نیازی ندارند و دراین محدوده استفاده از گرمای خورشیدی مطبوع بوده و بهره‌گیری از مصالح مناسب کمک شایان توجهی به شرایط آسایش می‌نماید ماه‌های مارس، آوریل، می، ژوئن، سپتامبر، اکتبر و دسامبر در طول شب و ماه‌های ژانویه و فوریه در طول شبانه روز در موقعیت S بر روی نمودار واقع شدند، که نشان دهنده‌ی شرایط نامطلوب (بسیار سرد) آسایشی در مواقع بالاست و استفاده از وسایل گرمازا در محیط‌های مسکونی تنها راه رسیدن به حد شرایط آسایش مطلوب می‌باشد. در مجموع نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی سقز نشان می‌دهد که هوای ساختمان‌ها در دوره سرد سال دارای مشکل هستند. در این مواقع آسایش نسبی ساکنان ساختمان، استفاده از سیستم‌های گرمایش مکانیکی را ضروری می‌سازد. در حالت بین دو دوره گرم و سرد می‌توان با استفاده از سیستم‌های غیر فعّال خورشیدی و مصالح مناسب مواقع سرد روز را قابل تحمل ساخت.

نمودار۱ وضعیت آسایش در داخل ساختمان در شهر سقز در نمودار زیست- اقلیمی ساختمان دایره‌ها وضعیت روز ها و مثلث‌ها وضعیت آسایش شب‌ها را نشان می‌دهند.



نیازهای حرارتی ساختمان در سقز

به منظور محاسبه نیازهای حرارتی ساختمان نیز از روش ترسیم منحنی‌های هم‌دمای آستانه‌های حرارتی استفاده شده است. بدین منظور با استفاده از تغییرات دو ساعته دمای هر ماه جدول ۲ سپس محدوده‌های مشخص شده در جدول بیوکلیماتیک ساختمان سقز، به صورت منحنی هم‌دما ترسیم شده‌اند(نمودار)۲. با استفاده از نمودار مزبور می‌توان در صد سالانه نیازهای حرارتی ساختمان در سقز را تعیین کرد و نحوه‌ی پاسخ‌گویی به این نیازها را مشخص نمود. آستانه‌های حرارتی فضاهای داخلی ساختمان در سقز به شرح زیراند:

دمای ۳ درجه: حد بالای نیاز به گرمایش مکانیکی؛

دمای ۷ درجه: حد پایین شرایط مناسب در بهره‌گیری از انرژی خورشیدی به صورت غیر فعال؛

دمای ١٤ درجه: حد پایین آسایش در فضاهای محصور یا امکان استفاده از حرارت داخلی در گرمایش ساختمان؛

دمای ۱۸ درجه: حد پایین منطقه آسایش در فضاهای داخلی واقع در سایه؛

دمای ۲۱ درجه: حد بالای منطقه آسایش در فضاهای داخلی واقع در سایه.

با توجه به نمودار مورد نظر مشخص می‌گردد که:

۱. نیاز به گرمایش مکانیکی ٤۳/۷ درصد از کل سال است؛

۲. امکان بهره‌گیری از انرژی خورشیدی ۲۰/۸ درصد از کل سال است؛

۳. شرایط آسایش در فضاهای بسته ۱۰/٤ درصد از کل سال است؛

٤. شرایط آسایش کامل ۱۱/۱ درصد از کل سال است؛

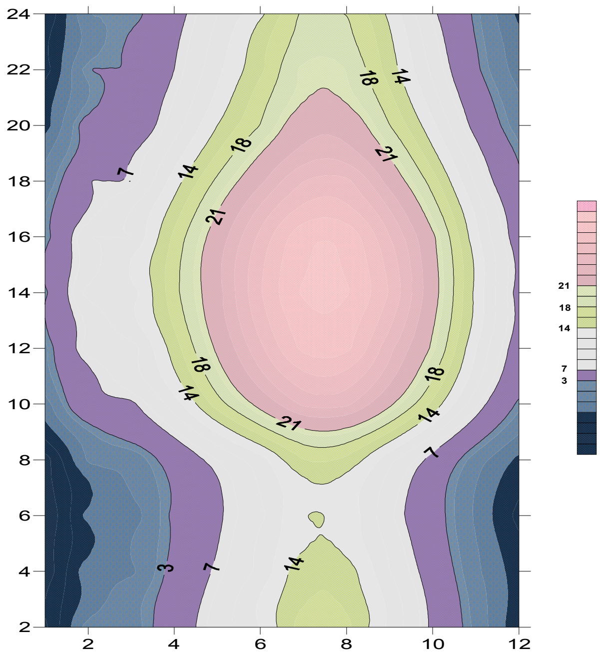
۵. امکان بهره‌گیری از مصالح سنگین ساختمانی ۹/۲۰ درصد از کل سال است.

با توجه به نتایج به دست آمده برای ایستگاه سقز، مشخص شد که شرایط آسایش در منطقه چیزی حدود ٤۳/۷ از کل سال در شرایط نامطلوب (خیلی سرد) قرار می‌گیرد و نیاز به استفاده از وسایل گرمازا دارد، همچنین شرایط آسایش مطلوب کامل در طول سال از میزان بسیار کمی برخوردار است. که در صورت بهره‌گیری از شرایط مطلوب محیطی (انرژی خورشیدی و مصالح مناسب، کاهش اتلاف گرما) امکان افزایش شرایط آسایش مطلوب در منطقه تا حدود ٥٦/۳ در طول سال وجود دارد.

جدول شماره ۲ تغییرات دمای ساعتی سقز در فواصل زمانی دو ساعته

دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	ژولای	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	ساعت
-۱/۸	۳	۸	۱۱/۵	۱۵/۵	۱۶	۱۳	۹	۶/۵	۱/۵	-۳	-۵	۰
-۲/۵	۲	۷	۱۰/۵	۱۴/۵	۱۵	۱۲/۲	۸	۵/۵	۱	-۴	-۵/۷	۲
-۳/۲	۱	۶	۹/۵	۱۳/۵	۱۴	۱۱	۷	۴/۸	۰	-۵	-۶/۸	۴
-۳/۷	۰/۵	۵/۱	۸/۶	۱۲/۷	۱۳/۲	۹/۵	۶/۸	۴	-۰/۴	-۵/۶	-۷	۶
-۲/۸	۱/۵	۶/۵	۱۰	۱۴	۱۴/۸	۱۲	۷/۸	۵	۰/۵	-۴/۲	-۶	۸
۲/۵	۷/۵	۱۳	۱۷/۲	۲۱	۲۱	۱۸	۱۴	۱۱	۵	۱	-۱	۱۰
۵/۵	۱۱	۱۶/۸	۲۱/۵	۲۴/۵	۲۵	۲۲	۱۷/۸	۱۴	۷/۲	۴	۲/۲	۱۲
۶/۷	۱۲/۶	۱۸/۷	۲۳/۴	۲۶/۴	۲۶/۸	۲۳/۷	۱۹/۶	۱۵/۵	۸/۸	۵/۶	۳/۷	۱۴
۶	۱۱/۸	۱۷/۵	۲۲/۲	۲۴/۷	۲۵/۵	۲۲/۵	۱۸/۵	۱۴/۸	۷/۸	۴/۸	۳	۱۶
۳/۵	۹	۱۴/۵	۱۹	۲۲/۲	۲۲/۵	۱۹/۵	۱۵/۲	۱۲	۶	۲	۰/۵	۱۸
۰/۸	۵/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۷	۱۹	۱۶	۱۲	۹	۳/۵	--۱	-۲/۵	۲۰
-۰/۵	۴	۹/۱	۱۳	۱۷	۱۷/۵	۱۴/۵	۱۰	۸	۲/۵	-۲	-۴	۲۲
-۱/۸	۳	۸	۱۱/۵	۱۵/۵	۱۶	۱۳	۹	۶/۵	۱/۵	-۳	-۵	۲۴

نمودار ۲. نیاز حرارتی داخل ساختمان سقز



جهت استقرار ساختمان و تابش آفتاب

همان‌گونه که فصول مختلف سال در نتیجه‌ی تغییر محور زمین نسبت به خورشید از یکدیگر متمایز هستند، جهت استقرار یک ساختمان نیز تحت تأثیر مقدار انرژی خورشیدی تابیده شده به دیوارهای آن در ساعات مختلف، تغییر می‌کند. اهمیت تابش آفتاب در طراحی اقلیمی به نوع اقلیم منطقه و فصول سال بستگی دارد. در شرایط سرد بیشینه‌ی انرژی خورشیدی مورد نیاز بوده و ساختمان باید در جهتی قرار گیرد که بیشترین تابش آفتاب را دریافت نماید. در شرایط کم نیز باید جهت ساختمان باید به گونه‌ای باشد که شدت تابش آفتاب بر دیوارهای آن به کمینه شده و امکان نفوذ مستقیم اشعه‌ی خورشید به فضاهای داخلی وجود نداشته باشد. (البته باید به این نکته اساسی توجه داشت که میزان تأثیر جهت استقرار ساختمان در شرایط گرمایی هوای داخلی آن به خصوصیات طرح و نوع ساختمان بستگی دارد و چه بسا با انتخاب سطوح خارجی تیره تأثیر جهت به حد بیشینه‌ی خود برسد. چرا که سطح سفید کل انرژی دریافتی مستقیم را منعکس می‌کند. بنابراین بحث دربارهٔ جهت قرارگیری ساختمان، بدون در نظر گرفتن رنگ سطح خارجی بی معنی است. پس نتیجه می-

گیریم که با استفاده از رنگ‌های مختلف در سطوح خارجی دیوارهای یک ساختمان می‌توان اثرات گرمایی تابش آفتاب در هوای داخل آن را کنترل نمود.)

در شهر سقز نیز باتوجه به اهمیت کسب بیشینه‌ی انرژی خورشیدی، ساختمان باید به گونه‌ای طراحی شود که در مواقع سرد سال بیشینه‌ی انرژی به نمای اصلی ساختمان بتابد.

برای محاسبه‌ی انرژی حرارتی خورشیدی حاصل در سطوح مختلف، روش نمودار الگی (دیاگرام) و روش‌های محاسباتی مختلفی وجود دارد که در این پژوهش از روش محاسباتی زیر استفاده شد. این روش، به روش محاسباتی قانون کسینوس معروف می‌باشد(فیض وقبادیان، ۱۳۸۰).

$$I_s = I_N \cos\theta$$

در رابطه‌ی بالا:

I_S= شدت تابش بر روی سطح؛

I_N = شدت تابش خورشید روی سطح عمود بر پرتوی خورشید؛

θ=زاویه میان شعاع خورشید و خط عمود بر سطح.

در رابطه بالا مقدار I_N از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود که توسط استیفننسو پیشنهاد شده است (کسمایی، ۱۳۷۸).

$$I_{DN} = I^0 \exp(-a / \sinh)$$

در این رابطه:

I_{DN}= حرارت حاصل از تابش مستقیم وعمودی آفتاب؛

I°= ثابت خورشیدی؛

a = ضریب خاموشی؛[1]

h = زاویه تابش خورشید.

همچنین θ زاویه‌ی تلاقی میان خورشید و خط عمود بر یک سطح عمودی (دیوار) است که به وسیله‌ی معادله‌ی کسینوس کروی معین می‌گردد.(Watson & Labs, 1983).

$$\cos(\theta) = \cos(B)(\cos(\psi) - \cos(\phi))$$

1. Extinction Coefficient

در این رابطه:

B = زاویه‌ی تابش

Ø = زاویه‌ی جهت تابش

ψ= زاویه‌ی جهت دیوار که در مسیر عقربه‌های ساعت از طرف شمال و بر حسب درجه اندازه‌گیری می‌شود.

بدین وسیله با استفاده از فرمول‌های ذکر شده، مقدار انرژی دریافتی از خورشید در سطح قائم برای ماههای مختلف و در ٢٤ جهت جغرافیایی برای شهر سقز محاسبه گردید.[١]

جدول ۳. کل میزان انرژی تابیده شده در سطوح قائم برای کل مواقع سال و ماههای مختلف آن نشان می‌دهند.

جدول٣-میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم سقز (ساعات نظری)

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شمال												
+١٥				١٤/٨	٧٣	٨٥/١	٧٧/٨	٨٦/٣	٧٧/٤	٢٣/٣		
+٣٠	٠/٨٩	٠/٢٦	١٨/٦	٩١/٤	٢١٩/٤	٢٦٨/٥	٢٦٩/٢	٢٤٩	٢٣١/٥	٩٨/٥	١٦/٨	٣/٧
+٤٥	٢٤/١	٣٠/٩	١٠٧/٣	٢٢٩/٧	٣٩٥/٨	٤٦٠/٢	٤٦٦/٧	٤٧٣/٣	٤١٨/٨	٢٢١/٢	١٠٧/١	٢٨/٩
+٦٠	١١٠/١	١٣٧/٩	١٦٤	٤٠٤	٥٦٥/١	٦٧٠/٦	٦٥٠/٨	٦٥٩/٥	٦٠٠/٦	٣٠٧/٣	٢٥٨/٧	١٣٣/٨
+٧٥	٣٦٥/٥	٣٠١/١	٤٣٦/١	٥٨٣/٢	٧٣٦/٢	٧٨٣/٩	٧٩٠/٥	٨٠٧/٣	٧٧٧/١	٥٢٠	٤٤٨/١	٣٩٨/٧
شرق	٤٦٦/٩	٣٨٥/٦	٦٣٠/٩	٧٤١/٥	٨٣٧/٩	٨٧٣/٣	٨٧٦/٣	٩٠٠	٩٠٠/٦	٦٤٨/٦	٦٥٢/٣	٥٠٣
+١٠٥	٧٠٢/٣	٧٣٣/٨	٨٤٠/٢	٨٩٣/٩	٩٦١/٩	٩٢٤/٢	٩١٩	٩٥٠	١٠٤٥/٣	٧٦٩/٥	٨٧٢/١	٧٣٨/٢
+١٢٠	٩٥٤	٩٧٣	٨٢٠/٦	١٠٠٤/٤	٩٤٦/١	٩٠٧	٨٩٩	٩٤١/٤	١٠٢٥/٥	٨٥٨/١	١٠٧٧/٨	٩٨٢/٨
+١٣٥	١٢١٧/٦	١٢١١/٦	١٠٧٦/٧	١٠٧٨/٩	٩٠٤/٧	٨٤٣/٤	٨١٨	٨٧٢/١	١٠١٩/٧	٩٠٣/٢	١٢٦٥/٥	١٢٢٨/٢
+١٥٠	١٤٧٢/٦	١٤٤٦/٧	١٣٧١	١١٣١/٥	٩١٦/٦	٧٣٧/٩	٦٩٩/٣	٧٣٦/٦	٩٦٧/٤	٩٣٣/٦	١٣٩٠/٤	١٤٧٠/٣
+١٦٥	١٦٣٠/٣	١٥١٣/٣	١٤٨٠/١	١١٥٦/٢	٨٠٩/٢	٦١٠/٣	٥٥٧/٧	٦٣٠/٧	٨٧٥/٣	٩٥٤/٨	١٥٨١/٤	١٦٤٨/١
جنوب	١٦٨٧/٥	١٦٧٠/٣	١٥٥٧/٧	١٢٠٠/٩	٧٦٢	٥٤١/٨	٤٣٦/٧	٥٦٣/٦	٨٤٩/٨	١١١٣/١	١٦٣٨/٢	١٨٢٩/٥
-١٣٥	١٢١٧/٦	١٢١١/٦	١٠٧٦/٧	١٠٧٨/٩	٩٠٤/٧	٨٤٣/٤	٨١٨	٨٧٢/١	١٠١٩/٧	٩٠٣/٢	١٢٦٥/٥	١٢٢٨/٢
-١٢٠	٩٥٤	٩٧٣	٨٢٠/٦	١٠٠٤/٤	٩٤٦/١	٩٠٧	٨٩٩	٩٤١/٤	١٠٢٥/٥	٨٥٨/١	١٠٧٧/٨	٩٨٢/٨
-١٠٥	٧٠٢/٣	٧٣٣/٨	٨٤٠/٢	٨٩٣/٩	٩٦١/٩	٩٢٤/٢	٩١٩	٩٥٠	١٠٤٥/٣	٧٦٩/٥	٨٧٢/١	٧٣٨/٢
غرب	٤٦٦/٩	٣٨٥/٦	٦٣٠/٩	٧٤١/٥	٨٣٧/٩	٨٧٣/٣	٨٧٦/٣	٩٠٠	٩٠٠/٦	٦٤٨/٦	٦٥٢/٣	٥٠٣
-٧٥	٣٦٥/٥	٣٠١/١	٤٣٦/١	٥٨٣/٢	٧٣٦/٢	٧٨٣/٩	٧٩٠/٥	٨٠٧/٣	٧٧٧/١	٥٢٠	٤٤٨/١	٣٩٨/٧
-٦٠	١١٠/١	١٣٧/٩	١٦٤	٤٠٤	٥٦٥/١	٦٧٠/٦	٦٥٠/٨	٦٥٩/٥	٦٠٠/٦	٣٠٧/٣	٢٥٨/٧	١٣٣/٨
-٤٥	٢٤/١	٣٠/٩	١٠٧/٣	٢٢٩/٧	٣٩٥/٨	٤٦٠/٢	٤٦٦/٧	٤٧٣/٣	٤١٨/٨	٢٢١/٢	١٠٧/١	٢٨/٩
-٣٠	٠/٨٩	٠/٢٦	١٨/٦	٩١/٤	٢١٩/٤	٢٦٨/٥	٢٦٩/٢	٢٤٩	٢٣١/٥	٩٨/٥	١٦/٨	٣/٧
-١٥				١٤/٨	٧٣	٨٥/١	٧٧/٨	٨٦/٣	٧٧/٤	٢٣/٣		

جدول ٤ میزان انرژی دریافتی سقز برای مواقع سرد سال (ساعات نظری)

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شمال												
+۱۵				۱٤/۸	۷۳	۸۵/۱	۷۷/۸	۸۶/۳	۷۷/٤	۲۳/۳		
+۳۰	۰/۸۹	۰/۲۶	۱۸/۶	۹۱/٤	۱۸۶/۶	۲۵۵/۶	۲٤٤	۲۳۶/۹	۲۳۱/۵	۹۸/۵	۱۶/۸	۳/۷
+٤۵	۲٤/۱	۳۰/۹	۱۰۷/۳	۲۲۹/۷	۲۸۷/٤	٤۱۱/۵	٤۰۳/۹	٤۲٤/۳	٤۱۸/۸	۲۲۱/۳	۱۰۷/۱	۲۸/۹
+۶۰	۱۱۰/۱	۱۳۷/۹	۱۶٤	٤۰٤	۳۶۸/۶	۵۶۸/۹	۵۳۶/۲	۵۵۶/۵	۵۹۸	۳۰۷/۳	۲۵۸/۷	۱۳۳/۸
+۷۵	۲۶۵/۵	۳۰۱/۱	٤۳۶/۱	۵۸۳/۲	٤۲٤/۷	۶۰۳/۵	۵۳۲	۶۵۰/۸	۷۳۶/۵	۵۲۰	٤٤۸/۱	۲۹۸/۷
شرق	٤۶۶/۹	۳۸۵/۶	۶۳۰/۹	۷٤۱/۵	٤۵۱/۹	۶۷۸/۵	۶۸٤/۷	۷۰۰/۸	۸۲٤/۸	۶٤۸/۶	۶۵۲/۳	۵۰۳
+۱۰۵	۷۰۲/۳	۷۳۳/۸	۸٤۰/۲	۸۹۳/۹	۹۶۱/۹	۶۸۰/۵	۶۹۰/۷	۶۹۹/۹	۸۵۶/۵	۷۶۹/۵	۸۷۲/۱	۷۳۸/۲
+۱۲۰	۹۵٤	۹۷۳	۸۲۰/۶	۱۰۰٤/٤	۹٤۶/۲	۶۳۰/۹	۶٤۹/۶	۶۵۷/۳	۸۳۰/۶	۸۵۸/۱	۱۰۷۷/۸	۹۸۲/۸
+۱۳۵	۱۲۱۷/۶	۱۲۱۱/۶	۱۰۷۶/۷	۱۰۷۸/۹	۸۷٤/۳	۵٤۸/۲	۵۶۵/۲	۵۶۶/۷	۷٤۷/۶	۸۹۹/۹	۱۲۶۵/۵	۱۲۲۸/۲
+۱۵۰	۱٤۷۲/۶	۱٤٤۶/۷	۱۳۷۱	۱۱۳۱/۵	۸۳۸	٤۲۳	٤٤۰/۷	٤۳۷/۶	۶۱۳/۶	۸۸۹/۲	۱۳۹۰/٤	۱٤۷۰/۳
+۱۶۵	۱۶۳۰/۳	۱۵۱۳/۳	۱٤۸۰/۱	۱۱۵۶/۲	۶٤۲/۸	۲۶۸/۹	۲۸۶/۹	۲۷۸/۶	٤۱۵/۱	۸۷۲/۳	۱۵۸۱/٤	۱۶٤۸/۱
جنوب	۱۶۸۷/۵	۱۶۷۰/۳	۱۵۵۷/۷	۱۲۰۰/۹	۳۷٤۸	۹۶/۵	۱۱۳/۵	۱۰۰/۷	۲۳۲/٤	۹۹۸/۲	۱۶۳۸/۲	۱۸۲۹/۵
-۱۶۵	۱۶۳۰/۳	۱۵۱۳/۳	۱٤۸۰/۱	۱۱۵۶/۲	۱۶۶/۳	۲/۸	۱۰/۳	۲/۲	۸۸/۵	۸۲/٤	۱۵۸۱/٤	۱۶٤۸/۱
-۱۵۰	۱٤۷۲/۶	۱٤٤۶/۷	۱۳۷۱	۱۱۳۱/۵	۷۸/۵				۲۰/۵	٤٤/٤	۱۳۹۰/٤	۱٤۷۰/۳
-۱۳۵	۱۲۱۷/۶	۱۲۱۱/۶	۱۰۷۶/۷	۱۰۷۸/۹	۳۰/۳					۲۳/۳	۱۲۶۵/۵	۱۲۲۸/۲
-۱۲۰	۹۵٤	۹۷۳	۸۲۰/۶	۱۰۰٤/٤							۱۰۷۷/۸	۹۸۲/۸
-۱۰۵	۷۰۲/۳	۷۳۳/۸	۸٤۰/۲	۸۹۳/۹							۸۷۲/۱	۷۳۸/۲
غرب	٤۶۶/۹	۳۸۵/۶	۶۳۰/۹	۷٤۱/۵							۶۵۲/۳	۵۰۳
-۷۵	۲۶۵/۵	۳۰۱/۱	٤۳۶/۱	۵۸۳/۲							٤٤۸/۱	۲۹۸/۷
-۶۰	۱۱۰/۱	۱۳۷/۹	۱۶٤	٤۰٤							۲۵۸/۷	۱۳۳/۸
-٤۵	۲٤/۱	۳۰/۹	۱۰۷/۳	۲۲۹/۷							۱۰۷/۱	۲۸/۹
-۳۰	۰/۸۹	۰/۲۶	۱۸/۶	۹۱/٤							۱۶/۸	۳/۷
-۱۵				۱٤/۸								

البته باید به این نکته توجه نمود، مقادیر ثبت شده در این جدول مقادیر نظری انرژی خورشیدی هستند، و مقدار واقعی انرژی خورشیدی تابیده شده بر سطوح مختلف را تنها از طریق نصب سن‌سورها (دستگاه اندازه-گیری) در محل می‌توان به دست آورد. برای تعیین مقدار نزدیک به واقع انرژی خورشیدی با استفاده از آمار ساعات آفتابی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک سقز و سپس از تقسیم آن به طول روز در هر ماه درصد ساعات آفتابی آن ماه به دست آمد.(جدول۵) سپس از حاصل‌ضرب مقادیر نظری انرژی خورشیدی هر ماه درصد ساعات آفتابی ماه مورد نظر، مقدار نزدیک به واقع انرژی خورشیدی به‌دست آمد و در جدول ۷ درج گردید.

جدول۵ در صد ساعات آفتابی در سقز

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
طول روز در عرض جغرافیایی سقز	۲۸۵	۲۹۶	۳٤٤	۳۷۲	٤۱۱	٤۲۸/٤	٤٤۸	٤٤۳	۳۹۸	۳۷۲	۳۲۳	۲۹۶/۵
ساعات آفتابی	۱۲۱/۵	۱٤۲/۲	۱۷۷/٤	۲۱۳/۱	۲۸۷/۳	۳٤۵	۳۵۷/٤	۳٤٤/۳	۳۱۱/۱	۲۵٤/۳	۱۷٤/۱	۱۲۳/٤
درصد ساعات آفتابی	۰/٤۳	۰/٤۸	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۷۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۶۸	۰/۵۲	۰/٤۲

جدول ٦میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم سقز برای دوره گرم سال (ساعات نظری)

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شمال												
+١٥												
+٣٠					٣٢/٨	١٢/٩	٢٤/٥	١٢/١				
+٤٥					١٠٨/٣	٤٨/٦	٦٢/٨	٤٩				
+٦٠					١٩٦/٤	١٠١/٧	١١٤/٥	١٠٣	٢/٥			
+٧٥					٣٠١/٥	١٨٠/٤	٢٥٨/٤	١٥٦/٥	٤٠/٥			
شرق					٣٨٦	١٩٤/٧	١٩١/٦	١٩٩/٢	٧٥/٨			
+١٠٥						٢٤٣/٦	٢٢٨/٣	٢٥٠/١	١٨٨/٨			
+١٢٠						٢٧٦	٢٤٩/٤	٢٨٤/١	١٩٤/٩			
+١٣٥					٣٠/٤	٢٩٥/٢	٢٥٢/٨	٣٠٥/٤	٢٧٢/١	٣/٣		
+١٥٠					٧٨/٦	٣١٤/٩	٢٥٨/٦	٢٩٨/٥	٣٥٣/٨	٤٤/٤		
+١٦٥					١٦٦/٤	٣٤١/٣	٢٧٠/٨	٣٥٢/١	٤٦٠/١	٨٢/٤		
جنوب					١٤/١	٤٤٥/٢	٣٢٣/٢	٤٦٢/٩	٦١٧/٣	١١٤/٩		
-١٦٥					٦٤٢/٨	٦٠٧/٤	٥٤٧/٤	٦٢٨/٥	٧٨٦/٧	٨٦٣/٣		
-١٥٠					٨٣٧	٧٣٧/٩	٦٩٩/٣	٧٣٦/١	٩٤٦/٩	٨٨٩/٢		
-١٣٥					٨٧٤/٣	٨٤٣/٤	٨١٨	٨٧٢/١	١٠١٩/٧	٨٩٩/٨		
-١٢٠					٩٤٦/١	٩٠٧	٨٩٩	٩٤١/٤	١٠٢٥/٥	٨٥٨/١		
-١٠٥					٩٦١/٩	٩٢٤/٢	٩١٩	٩٥٠	١٠٤٥/٣	٧٩٦/٥		
غرب					٨٣٧/٩	٨٧٣/٣	٨٧٦/٣	٩٠٠	٩٠٠/٦	٦٤٨/٦		
-٧٥					٧٢٦/٢	٧٨٣/٩	٧٩٠/٥	٨٠٧/٣	٧٧٧/١	٥٢٠		
-٦٠					٥٦٥/١	٦٧٠/٦	٦٥٠/٨	٦٥٩/٥	٦٠٠/٦	٣٠٧/٣		
-٤٥					٣٩٥/٨	٤٦٠/٢	٤٦٦/٧	٤٧٣/٣	٤١٨/٨	٢٢١/٣		
-٣٠					٢١٩/٤	٢٦٨/٥	٢٦٩/٢	٢٤٩	٢٣١/٥	٩٨/٥		
-١٥					٧٣	٨٥/١	٧٧/٨	٨٦/٣	٧٧/٤	٢٣/٣		

جدول ٧میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم سقز (ساعات آفتابی)

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شمال												
+١٥				٨/٤	٥١/١	٦٨/١	٦٢/٢	٦٧/٣	٦٠/٤	١٥/٨		
+٣٠	٠/٣٨	٠/١٢	٩/٦	٥٢	١٥٣/٦	٢١٤/٨	٢١٥/٤	١٩٤/٢	١٨٠/٦	٦٦/٩	٨/٧	١/٥
+٤٥	١٠/٤	١٤/٨	٥٥/٨	١٣٠/٩	٢٧٧	٣٦٨/١	٣٧٣/٤	٣٦٩/٢	٣٢٦/٧	١٥٠/٤	٥٥/٧	١٢/١
+٦٠	٤٧/٤	٦٦/٢	٨٥/٣	٢٣٠/٣	٣٩٥/٥	٥٣٦/٤	٥٢٠/٦	٥١٤/٤	٤٦٨/٥	٢٠٩	١٣٤/٥	٥٦/٢
+٧٥	١١٤	١٤٤/٥	٢٢٦/٧	٣٣٢/٤	٥٠٨/٤	٦٢٧/٢	٦٣٢/٤	٦٢٩/٧	٦٠٦/١	٣٥٣/٦	٢٣٣	١٢٥/٥
شرق	٢٠٠/٧	١٨٥	٣٢٨	٤٢٢/٦	٥٨٦/٥	٦٩٨/٦	٧٠١	٧٠٢	٧٠٢/٥	٤٤١	٣٣٩/٢	٢١١/٣
+١٠٥	٣٠٢	٣٥٢/٢	٤٣٦/٩	٥٠٩/٥	٦٧٣/٣	٧٣٩/٣	٧٣٥/٢	٧٤١	٨١٥/٣	٥٢٣/٣	٤٥٣/٥	٣١٠
+١٢٠	٤١٠/٢	٤٦٧	٤٢٦/٧	٥٧٢/٥	٦٢٢/٣	٧٢٥/٦	٧١٩/٢	٧٣٤/٣	٧٩٩/٩	٥٨٣/٥	٥٦٠	٤١٢/٨
+١٣٥	٥٣٢/٥	٥٨١/٥	٥٩٩/٩	٦١٥	٦٣٣/٣	٦٧٤/٧	٦٥٤/٤	٦٨٠/٣	٧٩٥/٣	٦١٤/١	٦٥٨	٥١٥/٨
+١٥٠	٦٣٣/٢	٦٩٤/٤	٧١٢/٩	٦٤٤/٩	٦٤١/٦	٥٩٠/٤	٥٥٩/٤	٥٧٤/١	٧٥٤/٥	٦٣٤/٨	٧٢٣	٦١٧/٥
+١٦٥	٧٠١	٧٢٦/٣	٧٦٩/٦	٦٦٤	٥٦٦/٤	٤٨٨/٢	٤٤٦/١	٤٩٢	٦٨٢/٧	٦٤٩/٢	٧٢٢/٣	٦٩٢/٢
جنوب	٧٢٥/٦	٨٠١/٧	٨٠٩/٧	٦٨٤/٥	٥٣٣/٤	٤٣٣/٥	٣٤٩/٣	٤٣٩/٦	٦٦٢/٨	٧٥٦/٩	٨٥١/٩	٧٦٨/٤
-١٦٥	٧٠١	٧٢٦/٣	٧٦٩/٦	٦٦٤	٥٦٦/٤	٤٨٨/٢	٤٤٦/١	٤٩٢	٦٨٢/٧	٦٤٩/٢	٧٢٢/٣	٦٩٢/٢
-١٥٠	٦٣٣/٢	٦٩٤/٤	٧١٢/٩	٦٤٤/٩	٦٤١/٦	٥٩٠/٤	٥٥٩/٤	٥٧٤/١	٧٥٤/٥	٦٣٤/٨	٧٢٣	٦١٧/٥
-١٣٥	٥٣٢/٥	٥٨١/٥	٥٩٩/٩	٦١٥	٦٣٣/٣	٦٧٤/٧	٦٥٤/٤	٦٨٠/٣	٧٩٥/٣	٦١٤/١	٦٥٨	٥١٥/٨
-١٢٠	٤١٠/٢	٤٦٧	٤٢٦/٧	٥٧٢/٥	٦٢٢/٣	٧٢٥/٦	٧١٩/٢	٧٣٤/٣	٧٩٩/٩	٥٨٣/٥	٥٦٠	٤١٢/٨
-١٠٥	٣٠٢	٣٥٢/٢	٤٣٦/٩	٥٠٩/٥	٦٧٣/٣	٧٣٩/٣	٧٣٥/٢	٧٤١	٨١٥/٣	٥٢٣/٣	٤٥٣/٥	٣١٠
غرب	٢٠٠/٧	١٨٥	٣٢٨	٤٢٢/٦	٥٨٦/٥	٦٩٨/٦	٧٠١	٧٠٢	٧٠٢/٥	٤٤١	٣٣٩/٢	٢١١/٣
-٧٥	١١٤	١٤٤/٥	٢٢٦/٧	٣٣٢/٤	٥٠٨/٤	٦٢٧/٢	٦٣٢/٤	٦٢٩/٧	٦٠٦/١	٣٥٣/٦	٢٣٣	١٢٥/٥
-٦٠	٤٧/٤	٦٦/٢	٨٥/٣	٢٣٠/٣	٣٩٥/٥	٥٣٦/٤	٥٢٠/٦	٥١٤/٤	٤٦٨/٥	٢٠٩	١٣٤/٥	٥٦/٢
-٤٥	١٠/٤	١٤/٨	٥٥/٨	١٣٠/٩	٢٧٧	٣٦٨/١	٣٧٣/٤	٣٦٩/٢	٣٢٦/٧	١٥٠/٤	٥٥/٧	١٢/١
-٣٠	٠/٣٨	٠/١٢	٩/٦	٥٢	١٥٣/٦	٢١٤/٨	٢١٥/٤	١٩٤/٢	١٨٠/٦	٦٦/٩	٨/٧	١/٥
-١٥				٨/٤	٥١/١	٦٨/١	٦٢/٢	٦٧/٣	٦٠/٤	١٥/٨		

جدول ۸ میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم سقز دوره سرد سال (ساعت افتابی)

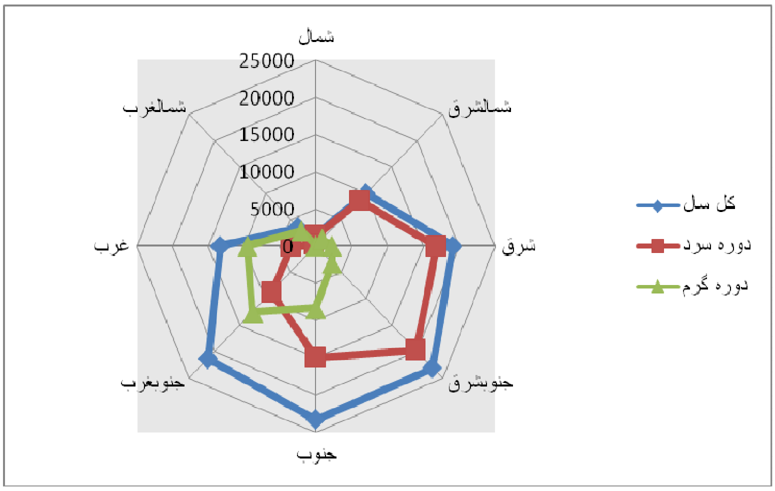
	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شمال												
+١٥				٨/٤	٥١/٧	٦٨/١	٦٢/٢	٦٧/٣	٦٠/٤	١٥/٨		
+٣٠	٠/٣٨	٠/١٢	٩/٦	٥٢	١٣٠/٦	٢٠٤/٤	١٩٥/٢	١٨٤/٧	١٨٠/٦	٦٦/٩	٨/٧	١/٥
+٤٥	١٠/٤	١٤/٨	٥٥/٨	١٣٠/٩	٢٠١/٢	٣٢٩/٢	٣٢٢/١	٣٣٠/٩	٣٢٦/٧	١٥٠/٤	٥٥/٧	١٢/١
+٦٠	٤٧/٤	٦٦/٢	٨٥/٣	٢٣٠/٣	٢٥٨	٤٥٥/١	٤٢٩	٤٣٤	٤٦٦/٥	٢٠٩	١٣٤/٥	٥٦/٢
+٧٥	١١٤	١٤٤/٥	٢٢٦/٧	٣٣٢/٤	٢٩٧/٣	٤٨٢/٨	٤٢٥/٦	٥٠٧/٦	٥٧٤/٥	٣٥٣/٦	٢٢٣	١٢٥/٥
شرق	٢٠٠/٧	١٨٥	٣٢٨	٤٢٢/٦	٣١٦/٣	٥٤٢/٨	٥٤٧/٧	٥٤٦/٦	٦٤٣/٣	٤٤١	٣٣٩/٢	٢١١/٣
+١٠٥	٣٠٢	٣٥٢/٢	٤٣٦/٩	٥٠٩/٥	٦٧٣/٣	٥٤٤/٤	٥٥٢/٥	٥٤٥/٩	٦٦٨	٥٢٣/٣	٤٥٣/٥	٣١٠
+١٢٠	٤١٠/٢	٤٦٧	٤٢٦/٧	٥٧٢/٥	٦٢٢/٣	٥٠٤/٧	٥١٩/٦	٥١٢/٦	٦٤٧/٨	٥٨٣/٥	٥٦٠	٤١٢/٨
+١٣٥	٥٣٢/٥	٥٨١/٥	٥٩٩/٩	٦١٥	٦١٢	٤٣٨/٥	٤٥٢	٤٤١/٧	٥٨٣/١	٦١١/٩	٦٥٨	٥١٥/٨
+١٥٠	٦٣٣/٢	٦٩٤/٤	٧١٢/٩	٦٤٤/٩	٥٨٦/٦	٣٣٨/٤	٣٥٢/٥	٣٤١/٣	٤٧٨/٦	٦٠٤/٦	٧٢٣	٦١٧/٥
+١٦٥	٧٠١	٧٢٦/٣	٧٦٩/٦	٦٦٤	٤٤٩/٩	٢١٥/١	٢٩٩/٥	٢١٧/٣	٣٢٢/٨	٥٩٣/٢	٧٢٢/٣	٦٩٢/٢
جنوب	٧٢٥/٦	٨٠١/٧	٨٠٩/٧	٦٨٤/٥	٥٢٣/٨	٧٧/٢	٩٠/٨	٧٨/٥	١٨١/٢	٦٧٨/٧	٨٥١/٩	٧٦٨/٤
-١٦٥	٧٠١	٧٢٦/٣	٧٦٩/٦	٦٦٤	١١٦/٤	٢/٢	٨/٢	١/٧	٦٩	٥٦	٧٢٢/٣	٦٩٢/٢
-١٥٠	٦٣٣/٢	٦٩٤/٤	٧١٢/٩	٦٤٤/٩	٥٥				١٥/٩	٣٠/٢	٧٢٣	٦١٧/٥
-١٣٥	٥٣٢/٥	٥٨١/٥	٥٩٩/٩	٦١٥	٢١/٢					٢/٢	٦٥٨	٥١٥/٨
-١٢٠	٤١٠/٢	٤٦٧	٤٢٦/٧	٥٧٢/٥							٥٦٠	٤١٢/٨
-١٠٥	٣٠٢	٣٥٢/٢	٤٣٦/٩	٥٠٩/٥							٤٥٣/٥	٣١٠
غرب	٢٠٠/٧	١٨٥	٣٢٨	٤٢٢/٦							٣٣٩/٢	٢١١/٣
-٧٥	١١٤	١٤٤/٥	٢٢٦/٧	٣٣٢/٤							٢٢٣	١٢٥/٥
-٦٠	٤٧/٤	٦٦/٢	٨٥/٣	٢٣٠/٣							١٣٤/٥	٥٦/٢
-٤٥	١٠/٤	١٤/٨	٥٥/٨	١٣٠/٩							٥٥/٧	١٢/١
-٣٠	٠/٣٨	٠/١٢	٩/٦	٥٢							٨/٧	١/٥
-١٥				٨/٤								

جدول ۹میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم سقز دوره گرم سال (ساعات آفتابی)

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شمال												
+١٥												
+٣٠					٢٢/٩	٩	١٩/٦	٩/٤				
+٤٥					٧٥/٨	٣٨/٨	٥٠/٢	٣٨/٢				
+٦٠					١٣٧/٤	٨١/٣	٩١/٦	٨٠/٣	١/٩			
+٧٥					٢١١	١٤٤/٣	٢٠٦/٧	١٢٢	٣١/٥			
شرق					٢٧٠/٢	١٥٥/٧	١٥٣/٢	١٥٥/٣	٥٩/١			
+١٠٥						١٩٤/٨	١٨٢/٦	١٩٥	١٤٧/٢			
+١٢٠						٢٢٠/٨	١٩٩/٥	٢٢١/٥	١٥٢			
+١٣٥					١٢/٢	٢٣٦/١	٢٠٢/٢	٢٢٨/٢	٢١٢/٢	٢/١		
+١٥٠					٥٥	٢٥١/٩	٢٠٦/٨	٢٢٢/٨	٢٧٥/٩	٣٠/١		
+١٦٥					١١٦/٤	٢٧٣	٢١٦/٦	٢٧٤/٦	٣٥٨/٨	٥٦		
جنوب					٩/٨	٣٥٦/١	٢٥٨/٥	٣٦١	٤٨١/٤	٧٨/١		
-١٦٥					٤٤٩/٩	٤٨٥/٩	٤٣٧/٩	٤٩٠/٢	٦١٣/٦	٥٨٧		
-١٥٠					٥٨٦/٦	٥٩٠/٣	٥٩٩/٤	٥٧٤/١	٧٣٨/٥	٦٠٤/٦		
-١٣٥					٦١٢	٦٧٤/٧	٦٥٥/٤	٦٨٠/٢	٧٩٥/٣	٦١١/٣		
-١٢٠					٦٦٢/٣	٧٢٥/٦	٧١٩/٢	٧٣٤/٣	٧٩٩/٨	٥٨٣/٥		
-١٠٥					٦٧٣/٣	٧٣٩/٣	٧٣٥/٢	٧٤١	٨١٥/٣	٥٢٣/٢		
غرب					٥٨٦/٥	٦٩٩/١	٧٠١	٧٠٢	٧٠٢/٤	٤٤١		
-٧٥					٥٠٨/٣	٥٣٦/٤	٦٣٢/٤	٦٢٩/٧	٦٠٦/١	٣٥٣/٦		
-٦٠					٣٩٥/٥	٣٨٦/١	٥٢٠/٦	٥١٤/٤	٤٦٨/٤	٢٠٨/٩		
-٤٥					٢٧٧	٢١٤/٨	٣٧٣/٤	٣٦٩/٢	٣٢٦/٦	١٥٠/٤		
-٣٠					١٥٣/٥	٦٨	٢١٥/٤	١٩٤/٢	١٨٠/٥	٦٦/٩		
-١٥					٥١/١		٦٢/٢	٦٧/٣	٦٠/٤	١٥/٨		

همان‌گونه که در این جداول مشاهده می‌شود، در تمام سال، انرژی خورشیدی دریافت شده بر سطوح مختلف در جهات شرقی و غربی تقارن دارند و بیشترین مقدار متعلق به ۱۵ درجه شرقی و ۱۵ درجه غربی می‌باشد و سطوح شمالی نیز کمترین مقدار انرژی سالیانه را دریافت می‌کنند. لکن این جهت‌ها در ارتباط با کسب انرژی خورشیدی در مواقع (سرد و گرم) عملکرد متفاوتی دارند. نمودار(۳) تغییرات میزان انرژی خورشیدی دریافتی در جهات مختلف در مواقع سرد وگرم را نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار جهات شرقی بیشترین مقدار انرژی را در مواقع سرد و جهات غربی بیشترین مقدار را در مواقع گرم دریافت می‌دارند. لذا با توجه به ضوابط تعیین شده برای انتخاب جهت استقرار ساختمان جهت جنوب شرقی جهت اپتیمم و جهات ۱۰۵ درجه شرقی تا جهت جنوب جزو جهات قابل قبول استقرار ساختمان از نظر دریافت انرژی خورشیدی هستند. و از لحاظ تأثیر باد غالب برساختمان خم بهترین جهت است، زیرا باد غالب سقز از جهت جنوب‌غربی و شمال غربی است.

نمودار۳ کل انرژی دریافتی در جهات مختلف سقز به تفکیک مواقع گرم و سرد سال، (ساعات آفتابی)



البته نتایج به دست آمده تنها در مورد ساختمان‌هایی صادق است که دارای یک نمای اصلی هستند و در مورد ساختمان‌هایی که دارای دو نمای اصلی متقابل‌اند (دو نمای شمالی و جنوبی) و از این دو نما انرژی دریافت می‌کنند، مجموع انرژی‌های تابیده بر هر دو نما محاسبه شده است. جدول (۱۰) مقدار این انرژی را در مواقع سرد سال سقز نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده از این جدول جهت ۱۰۵+ و ۷۵-

مناسبترین جهت استقرار و جهت ۱۵+ و ۱٦٥- درجه نامناسبترین جهت استقرار ساختمان‌های دو طرفه از نظر کسب انرژی خورشیدی هستند.

جدول ۱۰ کل انرژی خورشدی تابیده شده بر نماهای اصلی ساختمانهای دو طرفه در مواقع سرد btu

ردیف	جهت دریافت انرژی	زاویه استقرار ساختمان	مقدار دریافت انرژی btu	درصد
۱	شمال و جنوب	S	٦۲۷۲	۸۸/۹
۲	۱۵+ و ۱٦٥-	15°w	٤٥٦۲/۸	٦٤/۷
۳	۳۰+ و ۱٥۰-	30°w	٥۱٦۱/۷	۷۳/۲
٤	شمال‌شرق و جنوبغرب	45°w	٥٤٦۷/٤	۷۷/٥
٥	٦۰+ و ۱۲۰-	60°w	٥٦۲۰/۷	۷۹/۷
٦	۷٥+ و ۱۰٥-	75°w	٦۱۸۱/٦	۸۷/۷
۷	شرق و غرب	E	٦٤۱۱/۳	۹۰/۹
۸	۱۰٥+ و ۷٥-	75°E	۷۰٤۷/٦	۱۰۰
۹	۱۲۰+ و ٦۰-	60°E	٦۸٥۹/۸	۹۷/۳
۱۰	جنوب‌شرق و شمال‌غرب	45°E	٦۹۲۱/٦	۹۸/۲
۱۱	۱٥۰+ و ۳۰-	30°E	٦۸۰۰/۳	۹٦/٤
۱۲	۱٦٥+ و ۱٥-	15°E	٦۳۸۲/٦	۹۰/٥

تعیین ویژگی مصالح

در مناطق سرد هدف اصلی حفظ حرارت در داخل ساختمان است و عمده‌ترین عامل در این مورد، مقاومت حرارتی دیوارهای جانبی ساختمان است. بنابراین در این مناطق، دیوارهای جانبی ساختمان باید مقاومت حرارتی مناسبی داشته باشد تا از اتلاف حرارت داخلی ساختمان جلوگیری کند.

حداکثر ضریب رسانش حرارتی لازم برای مصالح یک دیوار را می‌توان با استفاده از رابطه‌ی زیر به دست آورد:

$$K_{\max} = \frac{h_i \times \Delta t_i}{t_i - t_{(0)_{\min}}}$$

در این رابطه (k_{max})ضریب رسانش حرارتی، (h_i)ضریب سطح داخلی، (Δt_i) اختلاف دمای هوا وسطح داخلی، (t_i) دمای هوای داخلی و ($t_{(o)min}$) دمای بحرانی هوای خارج است. حال اگر ضریب

سطح داخلی را ۷ فرض کنیم (شرایط مطلوب برای هوای داخلی، دمای ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی گراد پیشنهاد شده است.)(کسمایی، ۱۳۸۵)، واختلاف دمای هوا وسطح داخلی آن را ۳ تا ۵ درجه‌ای سانتی‌گراد در نظر بگیریم ضریب رسانش مطلوب (K_{des}) و بیشینه‌ی ضریب رسانش قابل قبول (k_{max}) به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$K_{des} = \frac{7 \times 3}{20 - t_{(0)_{\min}}} = \frac{21}{20 - t_{(0)_{\min}}}$$

$$K_{\max} = \frac{7 \times 5}{20 - t_{(0)_{\min}}} = \frac{35}{20 - t_{(0)_{\min}}}$$

و چون مقاومت حرارتی عکس ضریب رسانش است، با مشخص بودن دمای بحرانی شرایط هوای خارج (میانگین کمینه‌ی دمای هوا در سردترین ماه)می‌توان مقاومت حرارتی دیوارها را با استفاده از روابط زیر به دست آورد:

$$R_{des} = \frac{20 - t_{(0)_{\min}}}{21}$$

$$R_{\min} = \frac{20 - t_{(0)_{\min}}}{35}$$

البته این روابط برای محاسبه‌ی مقاومت حرارتی دیوارهای ساختمانی به شکل بلوک‌های بزرگ و طویلی پیشنهاد شده است که سطح خارجی آپارتمان‌ها یا واحدهای داخلی آنها کم است. برای به دست آوردن مقاومت حرارتی دیوار ساختمان‌های کوچک یا آپارتمان‌هایی با سطح خارجی زیاد باید مقدار به دست آمده از فرمول را به میزان ده درصد افزایش داد. همچنین برای محاسبه‌ی مقاومت حرارتی بام‌ها باید مقدار به دست آمده از فرمول‌های بالا را به میزان بیست درصد افزایش دهیم. زیرا بام ساختمان‌ها با ساطع کردن پرتو با طول موج بلند به طرف آسمان، حرارت بیشتری را نسبت به دیوارها از دست می‌دهد.

پس از به دست آوردن مقاومت حرارتی مورد نیاز، با استفاد از جدول‌های ۱۱و ۱۲ می‌توان جنس دیوارها یا بام ساختمان مورد نظر را بر اساس وزن واحد سطح آنها را تعیین کرد.

جدول ۱۱مقاوت حرارتی مورد نیاز دیوارها $(m^2 \times h \times \deg c / k\,cal)$

وزن (kg/m^2)	شرایط بحرانی هوای خارج $t_{(e)min}$ (درجه سانتی‌گراد)								
	۵	۰	-۵	-۸	-۱۰	-۱۵	-۲۰	-۲۵	-۳۰
۲۰	۰/۷٤	۰/۹۹	۱/۲٤	۱/۳۹	۱/٤۹	۱/۷٤	۱/۹۹	۲/۲٤	۲/٤۹
۵۰	۰/۷۲	۰/۹۷	۱/۲۲	۱/۳۷	۱/٤۷	۱/۷۲	۱/۹۷	۲/۲۲	۲/٤۲
۱۰۰	۰/۷۰	۰/۹۵	۱/۲۰	۱/۳۵	۱/٤۵	۱/۷۰	۱/۹۵	۲/۳۰	۲/٤۵
۲۰۰	۰/٦۵	۰/۹۰	۱/۱۵	۱/۳۰	۱/٤۰	۱/٦۵	۱/۹۰	۲/۱۵	۲/٤۰
۳۰۰	۰/٦۰	۰/۸۵	۱/۱۰	۱/۲۵	۱/۳۵	۱/٦۰	۱/۸۵	۲/۱۰	۲/۳۵
۵۰۰	۰/۵۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۱۵	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵	۲/۰۰	۲/۲۵
۷۰۰	۰/٤۰	۰/٦۵	۰/۹۰	۱/۰۵	۱/۱۵	۱/٤۰	۱/٦۵	۱/۹۰	۲/۱۵
۹۰۰	--	۰/۵۵	۰/۸۰	۰/۹۵	۱/۰۵	۱/۳۰	۱/۵۵	۱/۸۰	۲/۰۵

جدول ۱۲حداقل مقاومت حرارتی دیوارها $(m^2 \times h \times \deg c / k\,cal)$

وزن (kg/m^2)	شرایط بحرانی هوای خارج $t_{(e)min}$ (درجه سانتی‌گراد)								
	۵	۰	-۵	-۸	-۱۰	-۱۵	-۲۰	-۲۵	-۳۰
۲۰	۰/٤۲	۰/۵۷	۰/۷۱	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۹۹	۱/۱٤	۱/۲۸	۱/٤۲
۵۰	۰/٤۱	۰/۵٦	۰/۷۰	۰/۷۹	۰/۸٤	۰/۹۸	۱/۱۳	۱/۲۷	۱/٤۱
۱۰۰	۰/٤	۰/۵٤	۰/٦۸	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۹۷	۱/۱۱	۱/۲٦	۱/٤۰
۲۰۰	۰/۳۷	۰/۵۲	۰/٦٦	۰/۷۵	۰/۸	۰/۹٤	۱/۰۹	۱/۲۳	۱/۳۷
۳۰۰	۰/۳٤	۰/٤۹	۰/٦۳	۰/۷۲	۰/۷۷	۰/۹۱	۱/۰٦	۱/۲۰	۱/۳٤
۵۰۰	--	۰/٤۳	۰/۵۷	۰/٦٦	۰/۷۲	۰/۸٦	۱/۰۰	۱/۱٤	۱/۲۹
۷۰۰	--	۰/۳۷	۰/۵۱	۰/٦۰	۰/۵٦	۰/۸۰	۰/۹٤	۱/۰۹	۱/۲۳
۹۰۰	--	--	۰/٤٦	۰/۵۵	۰/٦۰	۰/۷٤	۰/۸۸	۱/۰۳	۱/۱۷

با توجه به این‌که سقز در منطقه سردسیر قرار گرفته و میانگین کمینه‌ی دمای هوای آن ۸- درجه‌ای سانتی-گراد است، نوع مصالح ساختمانی را در این شهر تعیین می‌کنیم:

$$R_{des} = \frac{20-(-8)}{21} = \frac{28}{21} = 1.33(m^2 \times h \times \deg c / k\,cal)$$

$$R_{\min} = \frac{20-(-8)}{35} = \frac{28}{35} = .8(m^2 \times h \times \deg c / k\,cal)$$

با مراجعه به جدول‌های یاد شده در می‌یابیم که وزن مصالح ساختمان مطلوب برای دیوارهای ساختمان یک مجموعه مسکونی یا یک ساختمان بلند مرتبه‌ای معمولی باید معادل صد کیلوگرم در متر مربع باشد. ولی برای یک ساختمان مسکونی کوچک با احتساب ضریب ده درصد، مقاومت مطلوب معادل ۱/٤٦ است (۱/٤٦=۱/۱۰*۱/۳۳) و چون مقاومت سبک‌ترین در دمای ۸- درجه‌ی سانتی‌گراد کمتر از مقدار بالاست (۱/۳۹)، نتیجه می‌گیریم که برای ایجاد شرایط مطلوب در این ساختمان، علاوه بر مصالح ساختمانی باید لایه‌های عایق حرارتی نیز به مصالح دیوار افزوده شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌گونه که ملاحظه شد، بر اساس شاخص گیونی دو ماه (می و اکتبر) از سال دارای شرایط مطلوب آسایشی وجود دارد و در چهار ماه از سال (ژوئن، ژولای، آگوست و سپتامبر) در سال شریط نامطلوب آسایشی است و روزها و شب‌های بقیه مواقع سال سرد است، و استفاده از سیستم‌های گرمایش مکانیکی ضروری است. در مجموع نیاز به گرمایش مکانیکی ٤۳/۷ درصد از کل سال است. امکان بهره‌گیری از انرژی خورشیدی ۲۰/۸ درصد از کل سال است.

شرایط آسایش در فضاهای بسته ۱۰/٤ درصد از کل سال است. شرایط آسایش کامل ۱۱/۱ درصد از تمام سال است. امکان بهره‌گیری از مصالح سنگین ساختمانی ۹/۲۰ درصد از کل سال است.

با نظر به نتایج به دست آمده برای ایستگاه سقز، مشخص شد که شرایط آسایش در منطقه چیزی حدود ٤۳/۷ از کل سال در شرایط نامطلوب (خیلی سرد) قرار می‌گیرد و نیاز به استفاده از وسایل گرمازا دارد، همچنین شرایط آسایش مطلوب کامل در طول سال از میزان بسیار کمی برخوردار است. که در صورت بهره‌گیری از شرایط مطلوب محیطی (انرژی خورشیدی و مصالح مناسب، کاهش اتلاف گرما) امکان افزایش شرایط آسایش مطلوب در منطقه تا حدود ٥٦/۳ در طول سال وجود دارد. برای طراحی جهت ساختمان در سقز جهت قابل قبول در منطقه جهت ٤٥ درجه شرقی تا شرق می‌باشد، البته اگر از بادشکن‌های طبیعی مانند درختکاری و ... استفاده کنیم (برای بادهای فرعی ماههای نوامبر و دسامبر) می‌تواند جهت مناسبی باشد. وزن مصالح ساختمان مطلوب برای دیوارهای ساختمان یک مجموعه مسکونی یا یک ساختمان بلند مرتبه‌ای معمولی باید معادل صد کیلوگرم در متر مربع باشد. ولی برای یک ساختمان مسکونی کوچک با

احتساب ضریب ده درصد، مقاومت مطلوب معادل ۱/٤٦ است (۱/٤٦=۱/۱۰*۱/۳۳) و چون مقاومت سبک‌ترین در دمای ۸– درجه سانتی‌گراد کمتر از مقدار بالاست (۱/۳۹)، نتیجه می‌گیریم که برای ایجاد شرایط مطلوب در این ساختمان، علاوه بر مصالح ساختمانی باید لایه‌های عایق حرارتی نیز به مصالح دیوار افزوده شود.

پیشنهادها

– استقرار ساختمان در جهت بهینه ٤٥ درجه و جهات قابل قبول ۳۰درجه و ۱۵+ درجه شرقی از مبدأ شرق؛
– استقرار ساختمان های به هم پیوسته و مجموعه ای با دیوارهای مشترک بیشتر درشیب‌های رو به جنوبی؛
– پیش‌بینی فضاهای گرمازا مانند آشپزخانه در مرکز پلان؛
– پیش بینی فضاهای کم اهمیت مثل انبار به عنوان عایق حرارتی در جدارها ویا قسمتهای سرد ساختمان؛
– استفاده از سیستم‌های گلخانه‌ای متصل به فضاهای داخلی در قسمت جنوب بنا؛
– استفاده از مصالح ساختمانی با ظرفیت حرارتی زیاد و از رنگ‌های تیره و سطوح خشن برای نمای رو به جنوب ساختمان؛
– استفاده از پنجره‌های دوگانه و با شیشه‌های چند لایه برای کلیه سطوح شفاف خارجی ساختمان و درزبندی و عایق‌بندی کلیه‌ی بازشوهای ساختمان؛
– استفاده از انواع پرده‌ها و دریچه‌های پشت پنجره به منظور جلوگیری از اتلاف حرارت؛
– فرم کالبدی ساختمان و الگوی اشغال زمین به گونه‌ای باشد که سازگاری کامل با جذب بیشینه‌ی تابش آفتاب در فصل سرد داشته باشد؛
– ممانعت از استقرار ساختمان در جهت جنوب غربی با توجه به دریافت کمینه‌ی تابش در این جهت درفصل سرما و بالعکس.

یادداشت‌ها

۱. باتوجه به حجم زیاد محاسبات به منظور جلوگیری از طولانی شدن کلام از آوردن آنها خودداری شد.

کتابنامه

۱. پوردیهیمی، شهرام.(۱۳۷۱). *بررسی تعیین اقلیم اصفهان و تعیین اصول و ضوابط طراحی مسکن*. دفتر فنی دانشکده معماری و شهرسازی. دانشگاه شهید بهشتی.

۲. توسلی، محمود.(۱۳۶۰). *ساخت شهر و معماری در اقلیم گرم و خشک ایران*. دانشکده هنرهای زیبا. دانشگاه تهران.

۳. جهانبخش، سعید.(۱۳۷۷). *ارزیابی زیست‌اقلیم انسانی تبریز و نیازهای حرارتی ساختمان*. مجله تحقیقات جغرافیایی. شماره نهم.

٤. رازجویان، محمود.(۱۳٦۷). *آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم*. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران.

۵. رازجویان، محمود.(۱۳٦۷). «شرایط کوران هوا». *مجله صفه*. شماره ۱۷، ۱۸.

٦. رازجویان، محمود.(۱۳۷۹). *آسایش در پناه باد*. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران.

۷. روشن زائر، امانت‌الله.(۱۳٤۵). *فیزیک عمومی*. استفاده از انرژی خورشیدی در خانه و کارخانه و مزرعه. انتشارات دانشگاه تهران.

۸. رهنمایی، محمد تقی.(۱۳٦۹). مجموعه *مباحث و روش‌های شهر سازی (جغرافیا)*. انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری وزارت مسکن و شهر سازی.

۹. ریاضی، جمشید.(۱۳۷٤). *اصول محاسبه انتقال حرارت در اجزای ساختمانی*. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن. نشریه شماره ۲۱۱.

۱۰. ریاضی، جمشید. *اقلیم وآسایش در ساختمان*. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن. نشریه شماره ۱۱. تهران.

۱۱. صمیمی، جلال.(۱۳٦۵). *(انرژی خورشیدی برای ایران)*. مجله‌ی فیزیکی. جلد سوم. شماره۲.

۱۲. طاوسی، تقی.(۱۳۸۱). *تابش زمستانی خورشید و شهرسازی اصفهان*. مجله سپهر. شماره مسلسل چهل و سه.

۱۳. طاهباز، منصوره.(۱۳٦۱). خورشید *و جهت‌گیری ساختمان*. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

۱٤. عدل، احمد حسین.(۱۳۳۹). *تقسیمات اقلیمی و رستنی‌های ایران*. انتشارات دانشگاه تهران.

۱۵. غیور، حسنعلی.(۱۳۷۲). *اقلیم کاربردی دما و تشعشع در ارتباط با معماری*. مجله‌ی رشد آموزش جغرافیا. شماره مسلسل ۳۷.

۱٦. کاویانی، محمدرضا.(۱۳۷۲). «بررسی زیست‌اقلیم انسانی ایران». *فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی*. شماره ۲۸.

۱۷. کسمایی، مرتضی.(۱۳٦۳). *اقلیم و معماری*. انتشارات شرکت خانه‌سازی ایران.

۱۸. کسمایی، مرتضی.(۱۳۷۲). *پهنه‌بندی اقلیمی ایران مسکن ومحیط‌های مسکونی*. انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن. تهران.

۱۹. واتسون، دانلد و کنت، لب.(۱۳۷٦). *طراحی اقلیمی*. ترجمه‌ی وحید قبادیان و فیض مهدوی. انتشارات دانشگاه تهران.

20. Dasgupta, P., Narasimhan, N., Moser, L. and Melliar.Smith, P. "MAgNET: Mobile agents for networked electronic trading", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering,* 11(4), pp 509.525 (1999).
21. Fox, M.S., Chionglo, J.F. and Barbuceanu, M., *The Integrated Supply Chain Management System,* University of Toronto (1993).
22. Fox, M.S. and Barbuceanu, M., *Agent Oriented, Supply Chain Management,* Kluwer (2000).
23. Hayzelden, A.L.G. and Bourne, R.A., *Agent Technology for Communication Infrastructures,* John Willey & Sons (2001).
24. Jiao, J.R., You, X. and Kumar, A. "An agent.based framework for collaborative negotiation in the global manufacturing supply chain network", *Robotics and Computer.Integrated Manufacturing,* 22, pp 239.255 (2006).
25. Liu, D.Y., Yang, K. and Chen, J.Z. "Agents: Present status and trends", *Journal of Software,* 11(3), pp 315.321 (2000).
26. Nwana, H.S. and Ndumu, D.T. "A perspective on software agents research", *Knowledge Engineering Review,* 14(2), pp 125.142 (1999).
27. Sycara, K., *In.Context Information Management Through Adaptive Collaboration of Intelligent Agents,* published in Intelligent Information Agents, Springer (1999).
28. WATSON, D & LABS,K: CLIMATIC DESIGN, NEWYORK, MeGraw – Hill BookCompany, 1983.
29. Wang, Y. and Sang, D. "Multi.agent framework for third party logistics in E.commerce", *Expert Systems with Applications,* 29, pp 431.436 (2005).
30. Xue, X., Li, X., Shen, Q. and Wang, Y. "An agent.based framework for supply chain coordination in construction", *Journal of Automation in Construction,* 14, pp 413.430 (2005).
31. Zarandi, M.H.F., Turksen, LB. and Saghiri, S. "Fuzzy multiple objective supplier selection in multiple products and supplier environment", *International Journal of Engineering Science,* 16(2), pp 1.20 (2005).